

H8

DT 452 52 PHN 17.56g EP-S

1108

Recherche



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 41 12 235 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 06 F 15/70**  
H 04 N 7/01  
H 04 N 3/00

⑳ Aktenzeichen: P 41 12 235.6  
㉑ Anmeldetag: 15. 4. 91  
㉒ Offenlegungstag: 5. 11. 92



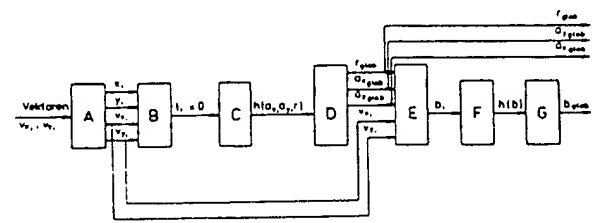
DE 41 12 235 A 1

⑦1 Anmelder:  
Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch den  
Vorstand der Deutschen Bundespost Telekom,  
dieser vertreten durch den Präsidenten des  
Fernmeldetechnischen Zentralamtes, 6100  
Darmstadt, DE

⑦2 Erfinder:  
Knoll, Angelika, Dr.rer.nat., 6100 Darmstadt, DE

⑤4 Verfahren zur Trennung von Zoom-, Rotations- und Translationsparametern bei der Ermittlung globaler Bewegungsparameter in Bildsequenzen

⑤7 Verfahren zur Trennung von Zoom-, Rotations- und Translationsparametern bei der Ermittlung globaler Bewegungsparameter von HDTV Bildern.  
Bisher wurden aufwendige rekursive Verfahren, wie z. B. lineare Regression eingesetzt um Bewegungsparameter von Objekten und Hintergrund zu bestimmen. Die Schnelligkeit der Konvergenz hing von der Bildvorlage ab. In kritischen Fällen versagte das Verfahren.  
Mit Hilfe von Parametereliminationen und einer Transformation, die jedem Bildpunkt und dem dazugehörigen lokalen Geschwindigkeitsvektor eine Gerade oder eine Ebene zuordnet, werden über einfache Histogramme die Bewegungsparameter einer globalen Bewegung bestimmt. Das Maximum in den Histogrammen liefert die Bewegung des größten Gebietes. Wird der Einfluß dieses Gebietes auf das Histogramm unterdrückt, d. h. dieses Bildgebiet für die Histogrammberechnung nicht berücksichtigt, so kann die globale Bewegungsinformation für das nächstgrößere Gebiet bestimmt werden.  
Das Verfahren wird vorwiegend bei der Codierung von Bildern für die Bildübertragung und bei einer qualitativ hochwertigen Normwandlung für Bewegtbildszenen eingesetzt.



DE 41 12 235 A 1

## Beschreibung

Erfindung betrifft ein Verfahren zur Trennung von Zoom-, Rotations- und Translationsparametern bei der Berechnung globaler Bewegungsparameter in bewegten Fernsichtsequenzen. Bei der Codierung von Bildsequenzen für die Bildübertragung — z. B. HDTV oder Bildfernsprechen — oder bei einer qualitativ hochwertigen Normwandlung für Bewegtbildszenen — z. B. von 60 Hz auf 50 Hz — spielen Bewegungsvektoren eine zentrale Rolle. Durch den Vergleich zweier aufeinander folgender Bilder kann die Verschiebung eines Objektes von einem zum nächsten Bild bestimmt werden. Hierbei wird das Bild üblicherweise in Blöcke aufgeteilt mit Blockgrößen von 8·8 bis 16·16 Bildpunkten. Die Blockgröße spielt jedoch im folgenden keine Rolle. Die so gewonnenen oder "gemessenen" Verschiebungs- bzw. Bewegungsvektoren werden bei Bitratenreduktionstechniken vom Sender zum Empfänger übertragen und im Empfänger zur Rekonstruktion eines Bildes auf der Basis des vorhergehenden benutzt. Bei Normwandlungen werden sie benutzt, um zeitlich dazwischenliegende Bilder zu erzeugen.

Aus diesen Bewegungsvektoren lassen sich die Bewegungsparameter ermitteln, die nicht mehr der Bewegung eines kleinen Blockes zugeordnet sind, sondern der Bewegung eines größeren Objektes bzw. des Hintergrundes (bei z. B. Kameraschwenk oder Zoom).

Bisher wurden aufwendige rekursive Verfahren, wie z. B. lineare Regression eingesetzt um translatorische Bewegungen von Zoom und Rotation zu trennen und so die Bewegungsparameter von Objekten und Hintergrund zu bestimmen.

Die Schnelligkeit der Konvergenz hing dabei von der Bildvorlage ab und in kritischen Fällen versagte das Verfahren (siehe: Goetze, M: "Generation of motion vector fields for motion compensated interpolation of HDTV signals", signal processing of HDTV, Elsevier Science Publishers B. V. (North-Holland), 1988, S. 383 — 391).

Im folgenden wird ein wesentlich einfacheres Verfahren angegeben, durch das die Bewegungsparameter von größeren Objekten bzw. Hintergrund aus den gemessenen Bewegungsvektoren über 2- bis 3-dimensionale Histogramme ermittelt werden können. Im Gegensatz zu bisher üblichen Verfahren entfallen alle rekursiven Berechnungen. Es wird eine direkte Untersuchung der lokalen Bewegungsvektoren durchgeführt.

Die Bewegungsvektoren können dabei nach verschiedenen, in der Literatur beschriebenen Verfahren ermittelt werden. Am anschaulichsten ist das sogenannte Blockmatching-Verfahren, das schematisch in Fig. 4 dargestellt ist. Dem Blockmatchingverfahren liegt folgender Ablauf zugrunde:

- A) Verzögerung um zwei Teilbilder oder ein Vollbild
- B) Blockweise Bildzerlegung; die zweidimensionalen Blöcke beinhalten z. B. 4·4 oder 8·8 oder 16·16 Bildpunkte.
- C) Festlegung eines zweidimensionalen Suchbereiches, z. B. von  $\pm 17 \cdot \pm 17$  Bildpunkten.
- D) Verschiebung eines zu B korrespondierenden Blockes um jeweils einen Bildpunkt oder um einen Bildpunkt in der Nachbarzeile im Suchbereich pro Verarbeitungsschritt.
- E) Bestimmung der Korrelation zwischen den Blöcken aus B und D; in der einfachsten Ausbildung wird nur eine Differenz zwischen den Bildelementen der korrespondierenden Blöcke von B und D gemessen und über den gesamten Block aufsummiert (Blockdifferenz).
- F) Ermittlung der höchsten im Suchbereich ermittelten Korrelation bzw. der geringsten Blockdifferenz. Hieraus ergibt sich die Verschiebung des Blockes auf Grund von Bewegung.
- G) vektorielle Darstellung der Verschiebung (Bewegung).

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht bei gleichzeitigem Auftreten von Zoom, Rotation und Translation eine Trennung dieser drei Bewegungen. Über eine Nachverarbeitung der Bewegungsvektoren lassen sich dann die globalen Bewegungsparameter jeder der drei Bewegungen ermitteln.

Das Verfahren ist unabhängig davon, ob bei der Darstellung der Bewegungsvektoren eine Pel- oder Subpel-Auflösung gewählt wird. Pel-genaue Auflösung bedeutet, daß die gemessenen Vektoren sich nur auf das ursprüngliche zweidimensionale und im allgemeinen Fall auch orthogonale Abtastraster beziehen. Bei subpel-genaue Auflösung sind auch Zwischenrasterpunkte erlaubt, die jedoch aus dem ursprünglichen Abtastraster interpoliert werden müssen.

Die globale Bewegungsschätzung führt auf Grund der Statistik der Bewegungsvektoren im allgemeinen auf Subpel-Genauigkeit, auch wenn von pel-genauen Vektoren ausgegangen wird.

Treten gleichzeitig Zoom, Rotation und Translation auf, so ist von folgender Gleichung auszugehen:

$$\begin{aligned} v_x &= a_x - yr + xb \\ v_y &= a_y + xr + yb \end{aligned} \quad \vec{v} = (v_x, v_y) \quad (1)$$

Die horizontale und vertikale Richtung des Bildes ist mit x bzw. y bezeichnet und  $(v_x, v_y)$  ist der zum Bildpunkt  $(x, y)$  gehörende und "gemessene" Verschiebungsvektor. Der gesuchte Zoomparameter ist mit b bezeichnet, der Parameter für die Rotation mit r und die gesuchten Parameter für die translatorische Bewegung in x- und y-Richtung mit  $a_x$  bzw.  $a_y$ .

Liegen die Mittelpunkte vom Zoom und Rotation nicht im Ursprung des Koordinatensystems, und dies wird normalerweise der Fall sein, so können die auftretenden Zusatzterme auch als translatorische Scheinbewegungen interpretiert werden.

Diese auftretenden Scheinbewegungen werden in die translatorische Bewegung eingerechnet und damit kann ohne Beschränkung der Allgemeingültigkeit der Koordinatenursprung festgelegt werden (z. B. in Bildmitte) und Rotation und Zoom können bzgl. dieses Punktes definiert werden, was in Gleichung 1 geschehen ist.

Man hat nun die Möglichkeit, entweder den Zoomparameter  $b$  oder den Rotationsparameter  $r$  zu eliminieren. Bei Elimination des Zoomparameters  $b$  ergibt sich

$$v_y x - v_x y = a_y x - a_x y + (x^2 + y^2)r \quad (2)$$

Werden die Größen  $a_x$ ,  $a_y$  und  $r$  als Achsen eines Koordinatensystems im dreidimensionalen Raum aufgefaßt, so bildet Gleichung 2 eine Ebene in diesem Raum. Die Menge aller Ebenen schneiden sich in einem Punkt mit den gesuchten Rotations- und Translationsparametern. Die Ebenen schneiden sich nicht in einer Geraden. Wird der Rotationsparameter  $r$  als Funktion von  $(a_x, a_y)$  aufgefaßt, so hängt die Steigung der Ebene in den Richtungen  $a_x$  bzw.  $a_y$  von  $x$  bzw.  $y$  ab ( $-x/(x^2 + y^2)$  bzw.  $y/(x^2 + y^2)$ ) und ist damit für jeden Wert von  $(x, y)$  anders.

Im Raum  $(a_x, a_y, r)$  werden die Werte der Punkte auf den jeweiligen Ebenen um 1 erhöht. Das so erstellte Histogramm ist dreidimensional, das Maximum stellt den gesuchten Wert dar.

Bei Fernsehbildern sind die Bewegungsvektoren meist nicht exakt bestimmbar, sondern mit einer gewissen Schwankungsbreite behaftet. Es wird dann keine sauberen Schnittpunkte mehr geben, sondern Bereiche, in denen sich die Ebenen gehäuft schneiden. Das Maximum dieses Bereiches wird dann als die globale Bewegung interpretiert.

Zur Ermittlung des Zoomparameters  $b$  kann in Gleichung 1 der Rotationsparameter  $r$  eliminiert werden und analog wie oben ein dreidimensionales Histogramm mit  $a_x$ ,  $a_y$  und  $b$  als Koordinatenachsen gebildet werden. Einfacher ist es allerdings, wenn in die Gleichungen 1 die gewonnenen Werte von  $a_x$ ,  $a_y$  und  $r$  eingesetzt werden und über ein einfaches Histogramm der Zoomparameter  $b$  ermittelt wird.

Genaugogut kann natürlich erst  $r$  aus Gleichung 1 eliminiert und anschließend ermittelt werden.

In Fig. 1 ist die Ermittlung der globalen Parameter für Translation, Rotation und Zoom schematisch dargestellt. Fig. 1 liegt folgender Ablauf zu Grunde:

A: Speicherung der in der gesamten Figur ermittelten Vektoren (Vektorfeldspeicher)

$x_i, y_i$ : Bildpunktkoordinaten

$v_{xi}, v_{yi}$ : zugeordnete Vektoren.

B: Einsetzen der Werte  $x_i, y_i, v_{xi}, v_{yi}$  in die Ebenengleichung

$$0 = l(a_x, a_y, r) = -v_y x + v_x y + a_y x - a_x y + (x^2 + y^2)r$$

d. h. Adreßberechnung all der Speicherelemente einer Speichermatrix, die den Punkten dieser Ebene zugeordnet sind.

C: Akkumulation der Ebenen in der  $(a_x, a_y, r)$ -Speichermatrix ergibt dreidimensionales Histogramm  $h(a_x, a_y, r)$ .

D: Spitzenwertdetektion ergibt die globalen Parameter  $a_{xglob}, a_{yglob}$  für reine translatorische Bewegung und  $r_{glob}$  für rotatorische Bewegung.

E: Ermittlung des Zoom-Parameters  $b_i$  aus den Gleichungen

$$bx_i = v_{xi} - a_{xglob} + x_i r_{glob} \quad \text{und} \quad by_i = v_{yi} - a_{yglob} + x_i r_{glob}$$

d. h. Adreßberechnung des Speicherelementes, das dem Punkt  $b_i$  zugeordnet ist.

F: Akkumulation der Punkte im  $b_i$ -Speicher zum eindimensionalen Histogramm  $h(b)$ .

G: Spitzenwertdetektion ergibt den globalen Zoom-Parameter  $b_{glob}$ . Analog kann auch verfahren werden, wenn in einer Bildfolge gleichzeitig nur Zoom- und Translation vorliegen. Ist ein Zoom mit einer translatorischen Bewegung überlagert, kann in der Bildebene die Bewegung wie folgt beschrieben werden:

$$\begin{aligned} v_x &= a_x + bx & \vec{v} &= (v_x, v_y) \\ v_y &= a_y + by & (x, y) & \nearrow \end{aligned} \quad (3)$$

Die horizontale und vertikale Richtung des Bildes sind mit  $x$  bzw.  $y$  bezeichnet und  $(v_x, v_y)$  ist der zum Bildpunkt  $(x, y)$  gehörende und "gemessene" Verschiebungsvektor. Der Zoomparameter ist mit  $b$  bezeichnet und die gesuchten Parameter für die translatorische Bewegung in  $x$ - und  $y$ -Richtung mit  $a_x$  bzw.  $a_y$ .

Liegt der Mittelpunkt des Zoomes nicht in Bildmitte, so werden die auftretenden Zusatzterme als translatorische Scheinbewegung aufgefaßt und mit der bereits vorhandenen translatorischen Bewegung zu einem Term  $a_x, a_y$  zusammengefaßt.

Wird in Gleichung 3 der Zoomparameter  $b$  eliminiert, ergibt sich:

$$(a_y - v_y)x = (a_x - v_x)y \quad (4)$$

Für jeden Bildkoordinatenpunkt  $(x_i, y_i)$  werden die Bewegungsvektoren  $(v_{xi}, v_{yi})$  als bekannt angesehen, da es gemessene Größen sind. Werden nun die Größen  $(a_x, a_y)$  als Variable behandelt, so stellt diese Gleichung eine

lineare Zuordnung zwischen  $a_x$  und  $a_y$  her. Zu jedem Bildpunkt mit den dazugehörigen Bewegungsvektoren gehört also eine Gerade im  $(a_x, a_y)$  - Raum. Allen Bildpunkten, die sich mit der gleichen translatorischen Geschwindigkeit bewegen, sind Geraden zugeordnet, die sich in einem Punkt  $(a_{xglob}, a_{yglob})$  treffen. Die beiden Geschwindigkeiten  $(a_{xglob}, a_{yglob})$  stellen dann die translatorischen Geschwindigkeitsparameter in x- bzw. y-Richtung dar. Zu jedem Bildpunkt mit den dazugehörigen Bewegungsvektoren muß also eine Gerade nach Gleichung 4 gezeichnet werden. Schnittpunkte mehrerer Geraden ergeben dann die translatorische Bewegung auch bei vorhandenem Zoom.

Bei Fernsehbildern sind die Bewegungsvektoren meist nicht exakt bestimmbar, sondern mit einer gewissen Schwankungsbreite behaftet. Es wird dann keine sauberen Schnittpunkte mehr geben, sondern Bereiche, in denen sich die Geraden gehäuft schneiden. Das Maximum dieses Bereiches wird als die translatorische Bewegung interpretiert.

Wird nun das gefundene Maximum (oder die gefundenen Maxima) in der  $(a_x, a_y)$  Ebene in Gleichung 3 eingesetzt, so ergibt sich

$$\begin{aligned} bx &= v_x - a_{xglob} \\ by &= v_y - a_{yglob} \end{aligned} \quad (5)$$

der Zoomparameter b. Für jeden Bildpunkt mit den dazugehörigen "gemessenen" Bewegungsvektoren  $(v_{xi}, v_{yi})$  wird der Wert von b berechnet. Über ein Histogramm  $h(b)$  ist es dann einfach, den Wert von b zu bestimmen, der am häufigsten angenommen wird. Dieses Maximum von  $h(b)$  gibt den gesuchten Zoom-Parameter  $b_{glob}$ .

In Fig. 2 ist die Ermittlung der globalen Parameter schematisch dargestellt. Dabei ist von folgendem Ablauf auszugehen.

A: Speicherung der in der gesamten Figur ermittelten Vektoren (Vektorfeldspeicher)

$x_i, y_i$ : Bildpunktkoordinaten

$v_{xi}, v_{yi}$ : zugeordnete Vektoren.

B: Einsetzen der Werte  $x_i, y_i, v_{xi}, v_{yi}$  in die Geradengleichung:

$$0 = f_i(a_x, a_y) = (a_y - v_x)x - (a_x - v_x)y$$

d. h. Adreßberechnung all der Speicherelemente einer Speichermatrix, die den Punkten dieser Geraden zugeordnet sind.

C: Akkumulation der Geraden in der  $(a_x, a_y)$ -Speichermatrix ergibt dreidimensionales Histogramm  $h(a_x, a_y)$ .

D: Spitzenwertdetektion ergibt die globalen Parameter  $a_{xglob}$  und  $a_{yglob}$  für reine translatorische Bewegung.

E: Ermittlung des Zoom-Parameters  $b_i$  aus den Gleichungen

$$bx = v_{xi} - a_{xglob} \text{ und } by = v_{yi} - a_{yglob}$$

d. h. Adreßberechnung des Speicherelementes einer Speichermatrix, der dem Punkt  $b_i$  zugeordnet ist.

F: Akkumulation der  $b_i$ -Werte zum eindimensionalen Histogramm  $h(b)$ .

G: Spitzenwertdetektion ergibt den globalen Zoom-Parameter  $b_{glob}$ .

Analog kann auch verfahren werden, wenn in einer Bildfolge gleichzeitig Rotation und Translation vorliegen.

Der lokale Bewegungsvektor läßt sich darstellen als Überlagerung der translatorischen Bewegung  $(a_x, a_y)$  und der rotatorischen Bewegung mit dem Rotationsparameter r.

$$\begin{aligned} v_x &= a_x - yr & \vec{v} &= (v_x, v_y) \\ v_y &= a_y + xr & (x, y) & \nearrow \end{aligned} \quad (6)$$

Stimmt der Ursprung des Koordinatensystems nicht mit dem Mittelpunkt der Rotation überein, so kann dieser Unterschied wiederum als Scheinbewegung interpretiert werden und mit der translatorischen Bewegung verrechnet werden.

Die Vorgehensweise ist nun analog wie bei der Trennung von Zoom und translatorischer Bewegung. Die Elimination des Rotationsparameters r gibt einen linearen Zusammenhang zwischen  $a_x$  und  $a_y$  bei bekannten lokalen Bewegungsvektoren  $(v_x, v_y)$  und Ort  $(x, y)$ :

$$(v_y - a_y)y = -(v_x - a_x)x \quad (7)$$

Wiederum ist der Schnittpunkt der Geraden von verschiedenen lokalen Bewegungsvektoren und Orten der gesuchte Wert der translatorischen Bewegung. Zur Bestimmung des Schnittpunktes wird in der Geschwindigkeitsebene  $(a_x, a_y)$  ein zweidimensionales Histogramm erstellt, bei dem entlang jeder Geraden der Wert jeweils erhöht wird.

Bei bekannten translatorischen Bewegungsparametern kann dann mit den beiden Gleichungen 6 der Rotationsparameter r über ein Histogramm bestimmt werden.

In Fig. 3 ist die Ermittlung der globalen Parameter für Translation und Rotation schematisch dargestellt. Fig. 3 liegt folgender Ablauf zu Grunde:

A: Speicherung der in der gesamten Fig. 3 ermittelten Vektoren (Vektorfeldspeicher)

$x_i, y_i$ : Bildpunktkoordinaten

$v_{xi}, v_{yi}$ : zugeordnete Vektoren.

B: Einsetzen der Werte  $x_i, y_i, v_{xi}, v_{yi}$  in die Geradengleichung

$$0 = g_i(a_x, a_y) = (a_y - v_{yi})y + (a_x - v_{xi})x$$

d. h. Adreßberechnung der Speicherelemente einer Speichermatrix, die den Punkten der Geraden zugeordnet sind.

C: Akkumulation der Geraden in der  $(a_x, a_y)$ -Speichermatrix ergibt ein zweidimensionales Histogramm  $h(a_x, a_y)$ .

D: Spitzenwertdetektion ergibt die globalen Parameter  $a_{xglob}$  und  $a_{yglob}$  für reine translatorische Bewegung.

E: Ermittlung des Rotationsparameters  $r_i$  aus den Gleichungen

$$rx_i = v_{yi} - a_{yglob} \text{ und } ry_i = v_{xi} - a_{xglob},$$

d. h. Adreßberechnung des Speicherelementes einer Speichermatrix, das dem Punkt  $r_i$  zugeordnet ist.

F: Akkumulation der Punkte  $r_i$ -Speicher zum eindimensionalen Histogramm  $h(r)$ .

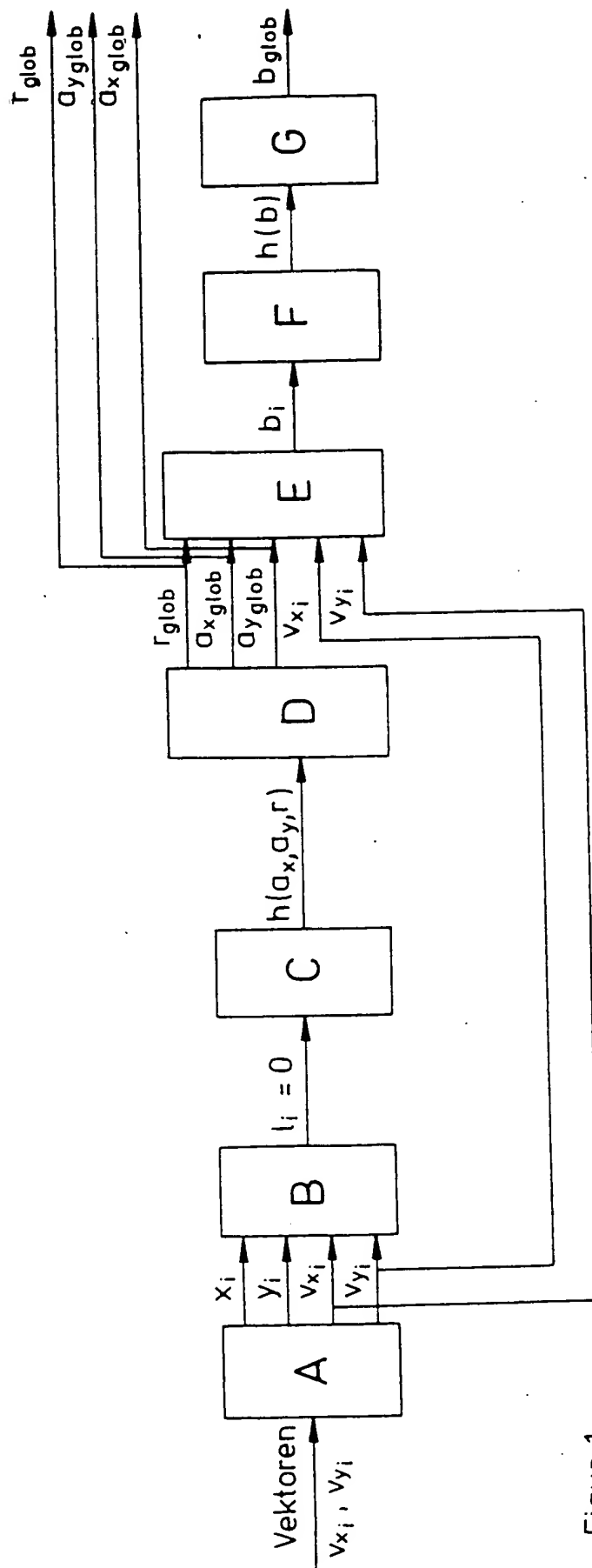
G: Spitzenwertdetektion ergibt den globalen Rotations-Parameter  $r_{glob}$ .

### Patentansprüche

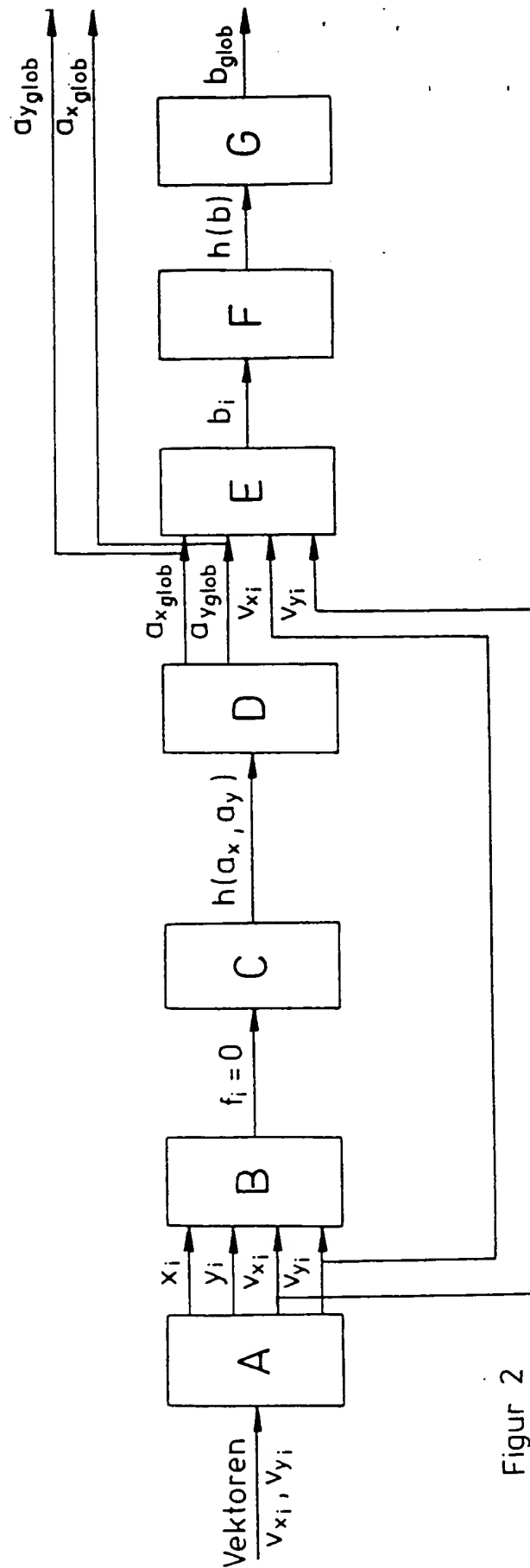
1. Verfahren zur Trennung von Zoom-, Rotations- und Translationsparametern bei der Ermittlung globaler Bewegungsparameter in Bildsequenzen (Vollbild oder Teilbild) **dadurch gekennzeichnet**, daß die durch eine Nachverarbeitung der Bewegungsvektoren gewonnenen globalen Bewegungsparameter dadurch bestimmt werden, daß die jedem Bildkoordinatenpunkt  $(x_i, y_i)$  zugeordnete Ebene  $a_yx - a_xy + (x^2 + y^2)r - v_{yx} + v_{xy} = 0$ , die durch Elimination des Zoomparameters (b) aus den Bewegungsgleichungen gewonnen wurde, mittels eines dreidimensionalen Histogramms in einer Speichermatrix akkumuliert wird, daß mit anschließender Spitzenwertdetektion die globalen Parameter für die translatorische Bewegung ( $a_{xglob}, a_{yglob}$ ) und die rotatorische Bewegung ( $r_{glob}$ ) ermittelt werden, daß die jedem Bildkoordinatenpunkt  $(x_i, y_i)$  bei bekannter translatorischer Bewegung ( $a_{xglob}, a_{yglob}$ ) und bei bekannter rotatorischer Bewegung ( $r_{glob}$ ) zugeordnete Zoombewegung (b) mittels eines eindimensionalen Histogramms in einer Speichermatrix akkumuliert wird und daß mit anschließender Spitzenwertdetektion der globale Zoomparameter ( $b_{glob}$ ) detektiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Trennung von Rotations- und Translationsparametern die durch eine Nachverarbeitung der Bewegungsvektoren gewonnenen globalen Bewegungsparameter dadurch bestimmt werden, daß die jedem Bildpunkt  $(x_i, y_i)$  zugeordnete Gerade  $v_{yy} - a_{yy} + v_{xx} - a_{xx} = 0$ , die durch Elimination des Rotationsparameters (r) aus den Bewegungsgleichungen gewonnen wurde, mittels eines zweidimensionalen Histogramms in einer Speichermatrix akkumuliert wird, daß mit anschließender Spitzenwertdetektion die globalen Parameter für die translatorische Bewegung ( $a_{xglob}, a_{yglob}$ ) ermittelt werden und daß die jedem Bildkoordinatenpunkt  $(x_i, y_i)$  bei bekannter translatorischer Bewegung ( $a_{xglob}, a_{yglob}$ ) zugeordnete rotatorische Bewegung ( $r_{glob}$ ) mittels eines eindimensionalen Histogramms und anschließender Spitzenwertdetektion ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Trennung von Zoom- und Translationsparametern die durch eine Nachverarbeitung der Bewegungsvektoren gewonnenen globalen Bewegungsparameter dadurch bestimmt werden, daß die jedem Bildpunkt  $(x_i, y_i)$  zugeordnete Gerade  $a_xv - v_{xy} - a_yx + v_{yx} = 0$ , die durch Elimination des Zoomparameters (b) aus den Bewegungsgleichungen gewonnen wurde, mittels eines zweidimensionalen Histogramms in einer Speichermatrix akkumuliert wird, daß mit anschließender Spitzenwertdetektion die globalen Parameter für die translatorische Bewegung ( $a_{xglob}, a_{yglob}$ ) ermittelt werden, und daß die jedem Bildkoordinatenpunkt  $(x_i, y_i)$  bei bekannter translatorischer Bewegung ( $a_{xglob}, a_{yglob}$ ) zugeordnete Zoombewegung ( $b_{glob}$ ) mittels eines eindimensionalen Histogramms und anschließender Spitzenwertdetektion ermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Darstellung der Bewegungsvektoren eine Pel-Auflösung verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Darstellung der Bewegungsvektoren eine Subpel-Auflösung gewählt wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

—Leerseite—.

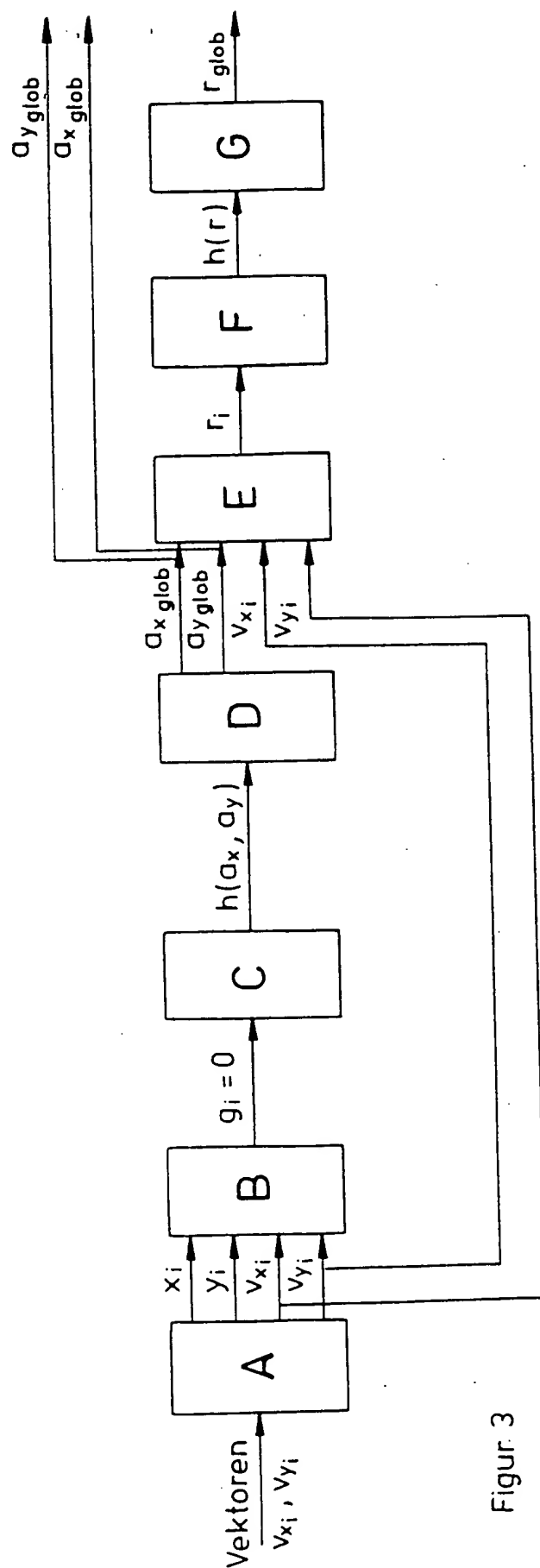


Figur 1

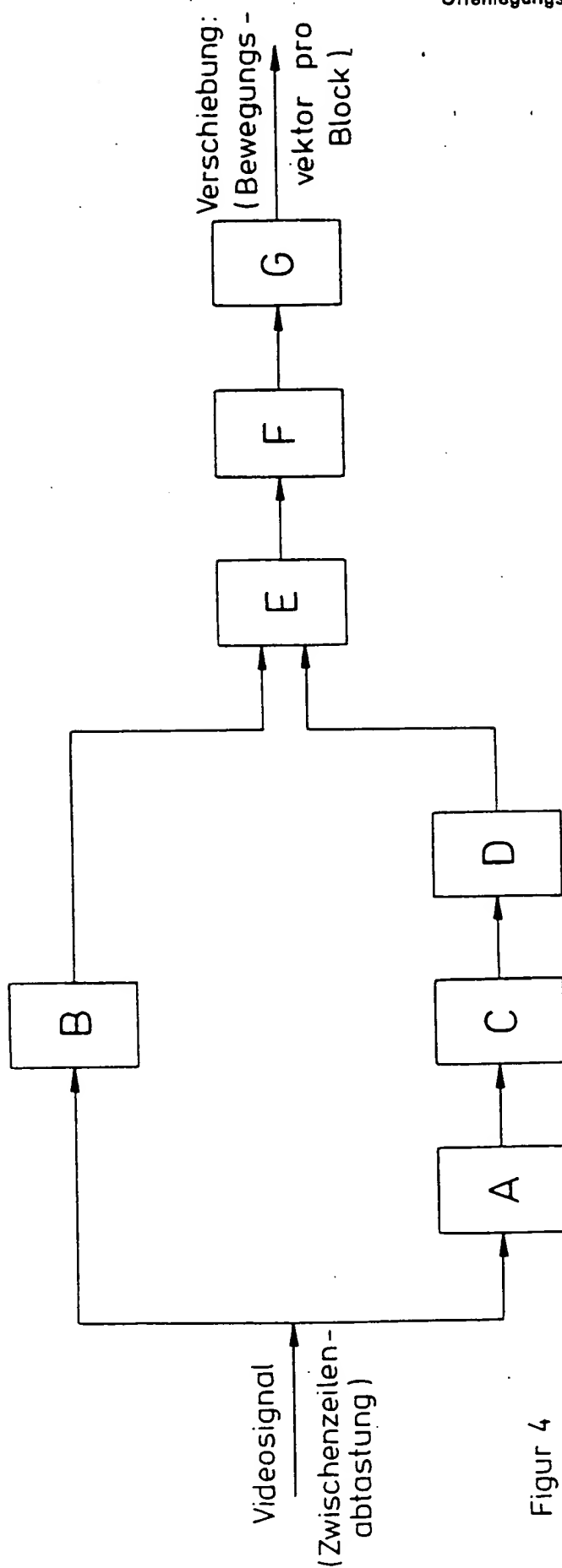


Figur 2





Figur 3



Figur 4